

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroyuki SUHARA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: LENS FOR OPTICAL SCANNING, OPTICAL SCANNER, AND IMAGE FORMING APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. \_\_\_\_\_ Date Filed \_\_\_\_\_
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

Japan

APPLICATION NUMBER

2002-364278

MONTH/DAY/YEAR

December 16, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_  
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 1 6 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 6 4 2 7 8  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 3 6 4 2 7 8 ]

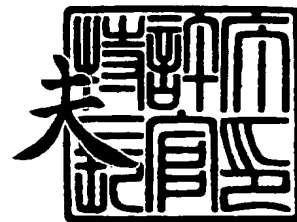
出 願 人  
Applicant(s): 株式会社リコー



2 0 0 3 年 1 1 月 1 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0203285

【提出日】 平成14年12月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 光走査装置

【請求項の数】 14

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

    【氏名】 須原 浩之

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

    【識別番号】 100067873

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 樺山 亨

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090103

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 本多 章悟

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014258

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9809112

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光走査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査用レンズであって、プラスチック成形により形成され、前記光走査用レンズ内部に存在する屈折率分布を  $\Delta n(x)$  とするとき、該  $\Delta n(x)$  の N 次近似曲線の基準軸が、前記光束が前記光走査用レンズ内を通過する通過領域の中心から該通過領域の幅の 10% 以上離れていることを特徴とする光走査用レンズ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光走査用レンズにおいて、前記基準軸は、前記通過領域より外にあることを特徴とする光走査用レンズ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の光走査用レンズにおいて、前記通過領域は、前記光走査用レンズの副走査方向の外形に対する中心線を含まないことを特徴とする光走査用レンズ。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の光走査用レンズにおいて、前記通過領域が副走査方向に 2 個以上存在することを特徴とする光走査用レンズ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光走査用レンズにおいて、副走査方向に連ねた 2 つのレンズが一体となった形に成形されていることを特徴とする光走査用レンズ。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の光走査用レンズにおいて、前記 N 次近似曲線は 2 次近似曲線であることを特徴とする光走査用レンズ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光走査用レンズにおいて、前記通過領域のうち、該通過領域の中心から約  $\pm 1\text{ mm}$  の範囲で前記屈折率分布  $\Delta n(x)$  は 2 次以下の最小自乗

近似による 2 次の係数  $\Delta n$  が

$$0.1 \times 10^{-5} < |\Delta n| < 4.0 \times 10^{-5}$$

の条件式を満たすことを特徴とする光走査用レンズ。

**【請求項 8】**

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の光走査用レンズにおいて、前記プラスチック材料がポリオレフィン系樹脂であることを特徴とする光走査用レンズ。

**【請求項 9】**

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の光走査用レンズを有し、光源からの前記光束を偏向反射面を持つ前記光偏向器により等角速度的に偏向させ、該偏向光束を前記光走査用レンズにより被走査面上に光スポットとして集光して、該被走査面の等速的な光走査を行なうことを特徴とする光走査装置。

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の光走査装置を用いたことを特徴とする画像形成装置。

**【請求項 11】**

光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査用レンズをプラスチック成形により形成する製造方法であって、前記光走査用レンズの副走査方向に向いた 2 つの側面の冷却速度を異ならせることを特徴とする光走査用レンズの製造方法。

**【請求項 12】**

請求項 11 に記載の光走査用レンズの製造方法において、前記光束が前記光走査用レンズを通過する通過領域の中心は、前記 2 つの側面により形成される外形の中心線に一致しており、前記光走査用レンズ内に発生する副走査方向の屈折率分布の N 次近似曲線の基準軸が、前記中心軸に対し、前記通過領域の幅の 10 % 以上離れるように、前記 2 つの側面の冷却速度を制御することを特徴とする光走査用レンズの製造方法。

**【請求項 13】**

請求項 12 に記載の光走査用レンズの製造方法において、前記基準軸が、前記通過領域より外になるように前記 2 つの側面の冷却速度を制御することを特徴とする光走査用レンズの製造方法。

**【請求項 14】**

請求項 11 ないし 13 のいずれか 1 つに記載の光走査用レンズの製造方法により作製されたことを特徴とする光走査用レンズ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【産業上の利用分野】**

本発明は、レーザプリンタ、デジタル P P C など、光学性能を要求するプラスチックレンズ、および光走査装置の技術に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

図 13 は一般に用いられる走査結像光学系の概要を示す図である。

同図において符号 10 はレーザ光源、12 はビーム径補正レンズ、14 はアパーチャ、16 はシリンドリカルレンズ、18 はミラー、20 は光偏光器としてのポリゴンミラー、30 は光走査用レンズ、40 は被走査面としての感光体面をそれぞれ示す。

**【0003】**

レーザ光源 10 から出た光束はビーム径補正レンズ 12 を経てアパーチャ 14、シリンドリカルレンズ 16、ミラー 18 を経てポリゴンミラー 20 に至る。一方向に回転するポリゴンミラーにより、反射光束は偏向を受け、一方向に移動しながら光走査用レンズ 30 に入射し、感光体面 40 上をほぼ等速度で一方向に走査される。

**【0004】**

走査結像光学系に用いられる光走査用レンズ 30 として、プラスチック材料の成形で形成されたものが使用されるようになってきている。光走査用レンズ 30 をプラスチック材料の成形で形成する場合の問題点のひとつとして、形成された光走査用レンズの内部に屈折率分布が生じるという宿命的な問題がある。

**【0005】**

プラスチック成形では、熱溶融したプラスチック材料を金型で成形し、金型内で冷却させるが、金型中心部に比して周辺部の冷却が速いため、プラスチック内

部に密度の不均一な分布、すなわち、冷却の速い部分の密度が、冷却の遅い部分の密度に対して相対的に高くなる現象や、変成を生じ、形成されたレンズの内部で屈折率が均一にならずに屈折率分布が生じる。

#### 【0 0 0 6】

屈折率分布があると、均一屈折率として設計した焦点距離に対して焦点距離変化、すなわちデフォーカスをおこし、ビームウエスト位置が設計位置から変化するため、光学性能上は屈折率分布が小さいことが望まれる。しかしながら、それは加工する上では、コスト上大きな制約となっていた。

ビームウエスト位置の変動が主走査方向に関し一様でないため生ずる、感光体上のスポット径の変化を許容量以下に抑える例は知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

#### 【0 0 0 7】

一般的にレンズの周辺部での屈折率が高く、光束が通過する領域の中心付近で、屈折率が極小値となる。ただし、製造条件によっては、逆に、中心付近で屈折率が極大値になるものができることも知られている。以後の説明では、原則として分布曲線が下に凸のものを例にとって説明する。

しかしながら、中心付近は屈折率分布が必ずしも安定せず、成形品毎のばらつきが大きいことがわかってきた。これは、成形時に加えるわずかな添加剤や不純物が、プラスチックの材質と密度などの特性が異なるために、中央付近に集まる傾向にあり、その結果、屈折率分布のばらつきが発生し、それは成形品毎に若干異なってくる。

#### 【0 0 0 8】

カラー画像の高画質化を実現するためには、色ずれの発生を抑制する必要がある。ビームスポット位置精度を向上させる必要がある。そのためには、走査用レンズ毎の屈折率分布のばらつきを極力抑制する必要がある。そのためには、現実の走査用レンズの屈折率分布がどのようになっているかを知る必要があるが、幸い、非破壊で屈折率分布を調べる方法が確立されている（例えば、特許文献 2 参照。）。

一方、プラスチック成形によって発生する屈折率分布は、一般的には 2 次曲線



に近い分布をしていると言われ、後に詳述するように 2 次式

$$\Delta n(x) \doteq n_0 + \Delta n \cdot x^2 \quad (\Delta n > 0)$$

で近似されているが、より厳密には、極小値から離れるに従って、局所的に徐々に 2 次係数  $\Delta n$  が小さくなる傾向がある。ビームのデフォーカス量は 2 次係数  $\Delta n$  に比例するため、 $\Delta n$  は少しでも小さいことが望ましい。

#### 【0009】

##### 【特許文献 1】

特開平 10-288749 (第 3 頁)

##### 【特許文献 2】

特開平 11-44641 (第 3 頁、図 1)

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従って、極小値から離れた領域をビーム光束が通過する領域とすることにより、少しでも  $\Delta n$  の小さい領域を使うことになり、屈折率分布によるデフォーカスの影響を軽減することが可能となる。

また、近年、カラー化に伴い 4 つの感光体ドラムを用いた画像形成装置が主流となっている。高速、高画質、低コスト化、省スペース化のためのレンズ及び光走査装置を開発する必要がある。このような要求に対して、屈折率分布を低減した光走査用レンズを提供することにある。

#### 【0011】

屈折率分布の製品毎のばらつきを小さくし、安定した品質の光走査用レンズが得られれば、マルチビーム化にも有利になる。マルチビーム化の実現は、ポリゴンスキャナ等の偏向器の回転数を低減することができる。これにより、高耐久、低騒音、低消費電力を実現することができる。

#### 【0012】

図 14 はデフォーカスが発生したときのビーム径太りを説明するための図である。

同図において横軸は感光体面を基準値 0 とするデフォーカス量、縦軸は光束の直径、いわゆるビーム径をそれぞれ示す。光学系が設計値どおりできていればビ

ーム径は同図Aで示すように、ビームウエストは感光体面上に位置する。すなわち、感光体面においてビーム径は最小径となり高い解像力の画像が得られる。ところが、前述のように、光走査用レンズ内に屈折率分布があると、デフォーカスが発生する。前記のように中心部が極小値になるような分布の場合、その分布はレンズパワーが小さくなる方向に働き、焦点距離が伸びる結果となる。したがって、ビームウエストは光走査用レンズから遠ざかる方向に移動し、同図Bで示すように、感光体面上のビーム径は太くなる。

#### 【0013】

本発明は、屈折率分布の2次係数 $\Delta n$ や成形品毎の屈折率のばらつきを低減する光走査用レンズを用いることにより、デフォーカスに伴うビーム太りや、ビームスポット位置誤差を低減する光走査装置を提供することを目的とする。また、上記光走査用レンズを搭載した光走査装置及び画像形成装置を提供することを目的とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査用レンズであって、プラスチック成形により形成され、前記光走査用レンズ内部に存在する屈折率分布を $\Delta n(x)$ とすると、該 $\Delta n(x)$ のN次近似曲線の基準軸が、前記光束が前記光走査用レンズ内を通過する通過領域の中心から該通過領域の幅の10%以上離れていることを特徴とする。

#### 【0015】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光走査用レンズにおいて、前記基準軸は、前記通過領域より外にあることを特徴とする。

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の光走査用レンズにおいて、前記通過領域は、前記光走査用レンズの副走査方向の外形に対する中心線を含まないことを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれか1つに記載の光走査用レンズにおいて、前記通過領域が副走査方向に2個以上存在することを特徴とす

る。

#### 【0016】

請求項5に記載の発明は、請求項4記載の光走査用レンズにおいて、副走査方向に連ねた2つのレンズが一体となった形に成形されていることを特徴とする。

請求項6に記載の発明は、請求項1ないし5のいずれか1つに記載の光走査用レンズにおいて、前記N次近似曲線は2次近似曲線であることを特徴とする。

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の光走査用レンズにおいて、前記通過領域のうち、該通過領域の中心から約±1mmの範囲で前記屈折率分布 $\Delta n(x)$ は2次以下の最小自乗近似による2次の係数 $\Delta n$ が

$$0.1 \times 10^{-5} < |\Delta n| < 4.0 \times 10^{-5}$$

の条件式を満たすことを特徴とする。

請求項8に記載の発明は、請求項1ないし7のいずれか1つに記載の光走査用レンズにおいて、前記プラスチック材料がポリオレフィン系樹脂であることを特徴とする。

#### 【0017】

請求項9に記載の発明は、請求項1ないし8のいずれか1つに記載の光走査用レンズを有し、光源からの前記光束を偏向反射面を持つ前記光偏向器により等角速度的に偏向させ、該偏向光束を前記光走査用レンズにより被走査面上に光スポットとして集光して、該被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置を特徴とする。

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の光走査装置を用いた画像形成装を特徴とする。

#### 【0018】

請求項11に記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査用レンズをプラスチック成形により形成する製造方法であって、前記光走査用レンズの副走査方向に向いた2つの側面の冷却速度を異ならせることを特徴とする。

#### 【0019】

請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の光走査用レンズの製造方法に

において、前記光束が前記光走査用レンズを通過する通過領域の中心は、前記 2 つの側面により形成される外形の中心線に一致しており、前記光走査用レンズ内に発生する副走査方向の屈折率分布の N 次近似曲線の基準軸が、前記中心軸に対し、前記通過領域の幅の 10% 以上離れるように、前記 2 つの側面の冷却速度を制御することを特徴とする。

#### 【0020】

請求項 13 に記載の発明は、請求項 12 に記載の光走査用レンズの製造方法において、前記基準軸が、前記通過領域より外になるように前記 2 つの側面の冷却速度を制御することを特徴とする。

請求項 14 に記載の発明は、請求項 11 ないし 13 のいずれか 1 つに記載の光走査用レンズの製造方法により作製された光走査用レンズを特徴とする。

#### 【0021】

図 15 は光走査用レンズの屈折率分布のモデルを示す図である。

同図 (a) は横断面図、同図 (b) は主走査方向の屈折率分布図、同図 (c) は縦断面図、同図 (e) は副走査方向の屈折率分布図である。

同図におけるレンズ面の曲率は、実際の曲率よりも誇張して描いてある。

本発明でいう屈折率分布  $\Delta n(x)$  は、図 15 (c) に示すように、光走査用レンズ 30 を、光軸と副走査方向とに平行な "x y 断面" における "2 次元の絶対屈折率" の値を、y 軸方向に平均化し、x 軸方向に対する 1 次元の相対屈折率として表現したものと定義する (図 15 (e) 参照)。

#### 【0022】

ここで、" レンズ内の、光束が通過する領域内" は、光偏向器により偏向された光束が " 偏向に伴い光走査用レンズを通過する領域" であるが、より詳細には、主走査方向に関しては " 被走査面上の有効書込幅に対応して、レンズ上での偏向光束が通過する範囲" を言い、副走査方向に対しては " 光源の射出角のぶれや、偏光器の面倒れを考慮した領域" を指し、通常のレーザープリンタ等の走査光学系では  $\pm 2\text{ mm}$  程度とすることがよい。ただし、光学系の書込幅や絞り込むビームスポット径などの光学仕様が変われば、それに応じて大きさが変わってくることはいうまでもない。上記領域を単に通過領域と呼ぶことにする。

通過領域は、厳密に言えば、平行光束がレンズに入射した位置で、入射面の曲率に依存して屈折されるため、そのまま直進するわけではないが、実際の屈折量はかなり小さいので便宜上、通過領域を平行線で示す。

### 【0023】

図15(c)に示すように、光軸に平行な方向を y 方向、副走査方向に平行な方向を x 方向とする。また、図15に示されていないが、主走査方向に平行な方向を z 方向とする。

主走査方向の任意の位置で z 方向に直交する平面をとり、この平面内における絶対屈折率:  $n$  を  $n(x, y)$  と表す。絶対屈折率:  $n(x, y)$  の光軸に平行な y 方向の平均は、x 軸方向におけるレンズの肉厚を  $d(x)$  として、

演算:  $[\int n(x, y) dy] / d(x)$

で演算される。積分は、レンズの肉厚:  $d(x)$  にわたって行う。

### 【0024】

上記演算の結果に対し”適当な基準値”を設定し、この設定値と上記演算結果との差を取ると、上記”光軸と副走査方向に平行な x y 断面における2次元の絶対屈折率の値を、y 軸方向に平均化し、x 軸方向に対する1次元の相対屈折率差として表現したもの”が得られる。これが屈折率分布  $\Delta n(x)$  である。 $\Delta n(x)$  の実測値は微小領域で見ると細かな変動があり、個体別に見てもわずかずつの差異がある。そこで、これらを巨視的に見て関数近似を行い、数式処理、および、数値処理が行えるようにする。

### 【0025】

上記により算出した  $\Delta n(x)$  を2次近似で表す。

$$\Delta n(x) = n_0 + n_1 \cdot x + \Delta n \cdot x^2 + \delta(x) \quad (\Delta n > 0)$$

このうち、光学性能に大きく影響を与えるのは2次の係数  $\Delta n$  である。1次の係数は、原点が決まり対称で有れば、取り除くこともできる。 $\delta(x)$  は、2次近似に伴う残差である。したがって、これを微量とみなせば

$$\Delta n(x) \div n_0 + \Delta n \cdot x^2$$

と見なすことができ  $\Delta n$  を導くことができる。 $n_0$  は  $x=0$  における屈折率の極小値である。ただし、分布曲線が上に凸であれば、 $\Delta n < 0$  となり、 $n_0$  は極大

値になる。

#### 【0026】

一般に、 $x$  による微分値、 $\delta(\Delta n(x)) / \delta x = 0$  となる  $x$  の位置が極値となるが、上記の式では  $x = 0$  において  $\Delta n(x)$  は極小値  $n_0$  になる。

図 15 (e) に示されているのは、この  $\Delta n(x)$  であり、 $y$  軸方向は  $n_0$  を基準にして示してある。以後の分布図においても同様に表示する。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の実施形態を説明するための図である。

同図において符号 100 は光走査用レンズ、101 は光束の入射面、101a は光束の通過領域、102 は光束の出射面、103、104 は副走査方向に面した両側面、105、106 はそれぞれの側面に連なるコバ、107 は副走査方向における外形に対する中心線、108 は屈折率分布  $\Delta n(x)$  の 2 次近似曲線、109 は同曲線の対称軸、110 は通過領域の中心をそれぞれ示す。符号 101a は入射面 101 の内、光束が通過する領域を示す。

#### 【0028】

通常の成型法では副走査方向における屈折率分布はほぼ対称的になるので、対称軸 109 は外形に対する中心線 107 と一致する。

本実施形態では、光走査用レンズ 100 の光束通過領域 101a に対して、一方のコバ 106 を他方のコバ 105 より厚くしている。このため、屈折率分布  $\Delta n(x)$  の 2 次近似曲線 107 の対称軸 108 が、光束通過領域 101a の中心 110 からずれている。

#### 【0029】

中心から離れると  $\Delta n(x)$  の PV (最大値と最小値の差) は大きくなるが、2 次係数  $\Delta n$  は、徐々にではあるが小さくなる傾向があるため、2 次係数  $\Delta n$  によって発生するデフォーカス量は小さくなる。また、光束の中心よりも周辺の方が、光量が小さいため、極値付近での成形品毎のばらつきによる影響も、相対的に小さくなる。通過領域の副走査方向の幅に対して、10% 以上離れるとその効果が顕著に現れてくる。

## 【0030】

図2は本発明の他の実施形態を説明するための図である。

通過領域101aに対して、一方のコバ106をさらに厚くしている。このため、外形に対する中心線107が、通過領域101aから外れている。したがって、通過領域外に屈折率分布の極小値が存在していることになる。これによって、2次係数 $\Delta n$ はさらに小さくなり、成型品の安定化が期待できる。

## 【0031】

図3はさらに他の実施形態を説明するための図である。

同図において符号200は光走査用レンズ、201は光束の入射面、202は光束の出射面、203、204は副走査方向に面した両側面、205、206はそれぞれの側面に連なるコバ、207は副走査方向における外形に対する中心線、208は屈折率分布 $\Delta n(x)$ のN次近似曲線、209は同曲線の最小値の位置をそれぞれ示す。符号201aは入射面201の内、光束の通過領域を示す。

コバの厚さ205、206は、ほぼ同じであるため、レンズの外形に対する中心207と、光束の中心は、ほぼ一致しているが、側面203と側面204の金型の冷却速度を変えることによって、屈折率分布を非対称にしている。

## 【0032】

図4は2つの側面の冷却速度を変えることを説明するための線図である。

同図において符号G1は側面203側の金型温度の推移、G2は側面204側の金型温度の推移をそれぞれ模式的に示す。これらの温度は要求仕様によって適宜制御できる。

冷却速度が速い、すなわち急激に冷やす、と屈折率分布や屈折率勾配は大きくなる傾向にあるため、屈折率分布の極小値は、冷却速度の速い側面204側に偏ることになる。このように成形条件を変えることより、外形形状は同じでも、屈折率分布の形を変えることが可能となる。

## 【0033】

ただし、この場合、屈折率分布 $\Delta n(x)$ 全体は2次曲線で近似することができなくなる。すなわち2次よりも高次の近似曲線を当てはめなければ曲線全体を正しく表現できなくなる。したがって、Nを2以上の整数として、一般にN次曲

線で近似することにすれば、図1～図6に示した分布曲線を統一して表現できる。なお、近似曲線が中央で最小値を有する軸対称であれば、2次近似で十分である。

#### 【0034】

ところで、2次曲線の場合は最小値の位置が対称軸の位置になっていたが、一般のN次曲線ではその位置が対称軸の位置になるとは限らない。これまでに示した実施形態の構成では屈折率分布の最小値は1カ所しか表れていないが、後述の、上に凸の屈折率分布曲線も含めて、極値の存在する位置におけるy軸方向に引いた直線を便宜上基準軸と呼ぶことにする。図3では曲線の最小値の位置209が基準軸になる。

なお、光束の通過領域201aは、その中心を上記基準軸から離れた位置に設定されることから、分布曲線が非対称であっても、主として基準軸の片側しか利用しないので2次曲線で近似しても大きな誤差が生じない場合もある。

#### 【0035】

図5はさらに他の実施形態を説明するための図である。

同図において符号300は光走査用レンズ、301A、301Bは光束の入射面、301Aa、301Baは通過領域、302A、302Bは光束の出射面、303、304は副走査方向に面した両側面、305、306はそれぞれの側面に連なるコバ、307は副走査方向における外形に対する中心線、308は屈折率分布 $\Delta n(x)$ のN次近似曲線、309は同曲線の基準軸をそれぞれ示す。

#### 【0036】

本実施形態は、通過領域を2個有している光走査用レンズである。副走査方向に2つのレンズを連ねており、一体となって成形している。このような構成であれば、左右の側面303と304で冷却速度を変えなくても、また、コバ厚305と306に差がなくても前記と同様な効果を得ることができる。しかも、この構成によれば、部品の共通化と省スペース化を図ることができる。特に、構成が複雑になりやすいカラー画像形成装置に用いることで、大きな効果が発揮できる。

#### 【0037】



図6はさらに他の実施形態を説明するための図である。

同図において符号350は光走査用レンズ、351は光束の入射面、351aないし351dは通過領域、352は光束の出射面、353、354は副走査方向に面した両側面、355、356はそれぞれの側面に連なるコバ、358は屈折率分布 $\Delta n(x)$ のN次近似曲線、359は同曲線の最小値の位置をそれぞれ示す。

#### 【0038】

本実施形態では同一の光走査用レンズ350に4本の光束が通過する構成になっている。屈折率分布 $\Delta n(x)$ は2次曲線で近似できる基準軸対称となるよう構成し、基準軸に近い通過領域351b、351cはどちらも基準軸を含まない位置に設定されている。したがって、4本の光束とも、デフォーカス量を小さく抑えることができる。マルチビームによる書き込みをする光学系に本実施形態の構成の光走査用レンズ350を、追加の光学系と共に用いることで、本発明を適用しても構造が複雑にならないで済む。

#### 【0039】

ここまでの説明では、屈折率分布 $\Delta n(x)$ がすべて下に凸の曲線になる場合を扱ってきたが、製造上の条件によっては屈折率分布 $\Delta n(x)$ が上に凸の曲線になる光走査用レンズになる場合がある。この場合、2次の近似曲線を適用するのであれば、2次の係数 $\Delta n$ は符号が負になる。以後の説明では、どちらの近似曲線であっても適用できるように、 $\Delta n$ は正負の符号を含めて考える。

以下に上に凸になる分布曲線を有する例を2つ示す。

#### 【0040】

図7は曲線全体が上に凸の屈折率分布曲線を有する構成を示す図である。

同図において符号360は光走査用レンズ、361は光束の入射面、361Aa、361Baは通過領域、362A、362Bは光束の出射面、363、364は副走査方向に面した両側面、365、366はそれぞれの側面に連なるコバ、368は屈折率分布 $\Delta n(x)$ のN次近似曲線、369は同曲線の最大値の位置をそれぞれ示す。

この例の場合、最大値の位置369が基準軸の位置となる。この曲線を2次で

近似した場合の2次の係数 $\Delta n$ は符号が負になる。

#### 【0041】

図8は上に凸と、下に凸の両方を含む分布曲線を有する構成を示す図である。

同図において符号370は光走査用レンズ、371は光束の入射面、371A、371Baは通過領域、372A、372Bは光束の出射面、373、374は副走査方向に面した両側面、375、376はそれぞれの側面に連なるコバ、378は屈折率分布 $\Delta n(x)$ のN次近似曲線、379は同曲線の極大値の位置、380A、380Bは最小値の位置をそれぞれ示す。

この例の場合基準軸は3本有ることになり、曲線全体を近似するためには最低4次の近似式が必要になる。3本の基準軸はいずれも、通過領域371A、371Bの中心からずれた位置にある。両通過領域に含まれる曲線部分は共に下に凸の曲線部分になっているので、これをそれぞれ独立に2次で近似した場合、2次の係数 $\Delta n$ の符号は正になる。

#### 【0042】

図9、10は4ドラム対応の光走査装置の概要を示す図である。図9は上面図、図10は側面図である。

両図において、符号400は光走査用レンズ、401は偏向器、402は光源、403はカプリングレンズ、404はシリンドリカルレンズ、405は光源用ミラー、406は同期用受光素子、407は被走査面としての感光体、408、409、410はそれぞれ第1、第2、第3ミラーをそれぞれ示す。符号Y、M、C、BKは色を表す。

#### 【0043】

近年のカラープリンタ、カラー複写機では、高速印刷に対応するために、図9、10に示すように、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(BK)の4つの感光体ドラムを用いた画像形成装置が主流となっている。これに伴い、ほぼ同じ光学性能を有した光走査装置が4つ必要になってくる。しかも、低コスト化、省スペース化のために、部品の共通化や一体成形が望まれている。2つのレンズを重ねて一体で成形することは、このような要求に対して有効であり、なおかつ、屈折率分布の極小値の位置を光束が通過する領域からずらす

ことも実現できる。

光走査用レンズ 400 としては図 1 ないし 3 に示す構成の光走査用レンズを 4 個用いても良いし、図 5、図 7、図 8 に示す構成の光走査用レンズを 2 個用いても良い。また、マルチビーム走査方式の場合であれば図 6 に示す構成の光走査用レンズ 350 を複数個用いることもできる。

#### 【0044】

本発明の光走査用レンズを、図 13 に示す光走査装置に適用した例を説明する。説明には同図に示した符号を援用する。

光走査用レンズ 30 はポリオレフィン系樹脂を用いる。光学に関する一般的な説明、すなわち、LD 波長、レンズの焦点距離、レンズ形状などについては特許文献 1 と同一であるためここでは省略する。

#### 【0045】

この発明の光走査用レンズ 30 は光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる光走査用レンズであって、プラスチック成形で形成され、ポリオレフィン系樹脂であって、レンズの光束が通過する領域内で、レンズ内部に存在する屈折率の不均一性を屈折率分布  $\Delta n(x)$ 、また、 $\Delta n(x)$  の最小値を  $\Delta n_{\min}$  としたときに

$$|\Delta n(x) - \Delta n_{\min}| < 3.4 \times 10^{-5} \quad (a)$$

の条件式を満たすことを特徴とする。

#### 【0046】

ここで、屈折率分布  $\Delta n(x)$  は、図 15 (c) に示すように、光走査用レンズ 1 を、光軸を含み副走査方向に平行な  $x-y$  断面における 2 次元の絶対屈折率の値を  $y$  軸方向に平均化して、 $x$  軸方向に対する 1 次元の相対屈折率として表現したものと定義する。

#### 【0047】

レンズの光束が通過する領域内とは、主走査方向に対しては、感光体像面上有効書込幅として、対応するレンズ面上での光束が通過する範囲を指す。また、副走査方向に対しては、光源の出射角のぶれや、偏光器の倒れを考慮して、 $\pm 2 \text{ mm}$  程度とすることが望ましい。

## 【0048】

その屈折率分布  $\Delta n(x)$  を 2 次近似で表現し、以下のように表すものとする。

$$\Delta n(x) \doteq n_0 + \Delta n \cdot x^2 \quad \cdots (1)$$

ここで、 $x$  は光軸に直交する方向の距離を表している。 $x$  の 2 次係数  $\Delta n$  はレンズパワーとして働く。レンズ上のビーム光束は、一般的に 1 mm 程度であるため、 $\Delta n$  を算出する際の  $x$  の範囲は、ここでは、 $\pm 1$  mm とする。

## 【0049】

ここで、屈折率分布はレンズの作用をするとみなすことができるので、その屈折率分布に対する”等価なレンズ”を考えれば、そのレンズの焦点距離  $f'$  と  $\Delta n$ 、レンズの肉厚  $t$  の関係は次式で表すことができる。

$$f' \doteq -1 / (2 \cdot \Delta n \cdot t) \quad \cdots (2)$$

ただし、 $t$  はレンズが複数の場合も含む。 $\Delta n$  に正負の符号が含まれているので、焦点距離  $f'$  も正負の符号を含むことになる。 $\Delta n$  と  $f'$  は異符号になる。

## 【0050】

屈折率分布の生じたレンズの焦点距離は、屈折率分布の無い本来の焦点距離  $f$  を持つレンズと、焦点距離  $f'$  のレンズの合成系の焦点距離となり、焦点距離変化  $\Delta f$  は近似的に、

$$\Delta f \doteq -f^2 / f' \quad \cdots (3)$$

で表すことができる。

## 【0051】

図 11 は光走査用レンズの結像関係を示す図である。

同図において、符号  $E$  はレンズの前側主点、 $F$  は後側主点、 $L$  はレンズ、 $P$  は物点、 $Q$  は像点、 $S$  は物体距離、 $S'$  は像面距離、 $\Delta S'$  はデフォーカス量をそれぞれ示す。 $S'$ 、 $\Delta S'$  は右方向を正の方向とする。

屈折率分布によるデフォーカス量  $\Delta S'$  は、薄肉レンズの近軸結像公式 ( $1/S' = 1/S + 1/f$ ) を用いて次式のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \Delta S' &\doteq \{S / (S - f)\}^2 \cdot \Delta f = - \{f \cdot S / (S + f)\}^2 / f' \\ &= (S')^2 \cdot (2 \cdot \Delta n \cdot t) \quad \cdots (4) \end{aligned}$$

ここで、偏向面から感光体までの距離を  $l$ 、光走査用レンズの横倍率を  $\beta$  とした時 (4) 式は近似的に次のように表すことができる、

$$\Delta S' \doteq \{ \beta / (\beta + 1) \cdot l \}^2 \cdot (2 \cdot \Delta n \cdot t) \quad \dots (5)$$

#### 【0052】

この光走査用レンズ 30 において、屈折率分布  $\Delta n$  とデフォーカス量  $\Delta S'$  の関係は、(5) 式によって計算によって求められる。 $\beta$ 、 $t$  はレンズ設計値によって定まる値であるから、 $\Delta S'$  は正負の符号を含めて  $\Delta n$  に比例することになる。また、ビームスポット径 (ビーム強度  $1/e^2$  の径) に対する  $\pm 10\%$  の範囲での、デフォーカス量許容度を深度余裕と定義すると、理論的な深度余裕  $w$  は、ビームスポット径  $d$ 、波長  $\lambda$  に対し次式で求めることができる。

$$w \doteq 1.487 \times d^2 / \lambda \quad \dots (6)$$

#### 【0053】

この深度余裕  $\pm w$  の範囲内にデフォーカス  $\Delta S'$  を抑えることができれば、感光体上で安定したビームスポット径を得ることができる。すなわち (7) 式が成立するようなレンズを成形すればよい。

$$w \geq |\Delta S'| \quad \dots (7)$$

(7) 式を用いれば、ビーム径の変動が許容値内にあるためには、レンズの屈折率分布  $\Delta n(x)$  がどれくらいの大きさであることが必要かを判断することが出来る。以上のことから、屈折率分布  $\Delta n(x)$  を一定の範囲内に抑えることにより、良好なビームスポット径を得ることができる。

#### 【0054】

実際の数値を用いて例を示すと、ねらいのビーム径  $d = 70 \mu\text{m}$ 、レーザの波長  $\lambda = 400 \text{ nm}$  の場合、深度余裕は (6) 式より、 $w = 18.2 \text{ mm}$  となる。

光走査用レンズを光路長  $l = 200 \text{ mm}$ 、横倍率  $\beta = 1.0$ 、レンズ厚  $t = 10 \text{ mm}$ 、ビームの通過領域の有効径  $4 \text{ mm}$  ( $x = \pm 2 \text{ mm}$ ) の条件で使った場合、屈折率分布によって生じる等価的な 2 次係数  $|\Delta n|$  は (5) 式から逆算すれば、 $9.1 \times 10^{-5}$  以下になることが望まれる。

#### 【0055】

また、別の方式では、ねらいのビーム径  $d = 90 \mu\text{m}$ 、レーザの波長  $\lambda = 65$

0 nm の場合、深度余裕は (6) 式より、 $w = 18.5 \text{ mm}$  となる。

光走査用レンズを光路長  $l = 200 \text{ mm}$ 、横倍率  $\beta = 0.5$ 、レンズ厚  $t = 20 \text{ mm}$ 、ビームの通過領域の有効径  $4 \text{ mm}$  ( $x = \pm 2 \text{ mm}$ ) の条件で使用的場合、屈折率分布によって生じる等価的な 2 次係数  $|\Delta n|$  は (5) 式から逆算すれば、 $10.4 \times 10^{-5}$  以下になることが望まれる。

#### 【0056】

レンズ形状 (曲率半径、肉厚、絶対屈折率) 及び取り付け精度は、設計値に比べ、加工上ずれるのが実状である。一般的にレンズ形状ずれの許容値は、深度余裕に対して、1~2 割以内に設定することが望ましい。従って、屈折率分布の 2 次係数  $|\Delta n|$  は

$$0 < |\Delta n| < 8.5 \times 10^{-5} \quad (\text{a})$$

にする必要がある。

#### 【0057】

副走査方向  $\pm 2 \text{ mm}$  でのレンズ内部に存在する屈折率の不均一性を屈折率分布  $\Delta n(x)$ 、また、 $\Delta n(x)$  の最小値を  $\Delta n_{\text{min}}$  としたときに  $\Delta n = 8.5 \times 10^{-5}$ 、 $x = 2$  を (1) に代入して、

$$0 < |\Delta n(x) - \Delta n_{\text{min}}| < 34 \times 10^{-5} \quad (\text{b})$$

の条件を満足する必要がある。 $|\Delta n(x) - \Delta n_{\text{min}}|$  が  $34 \times 10^{-5}$  より大きくなるとレンズの大きさに関わらず、光学性能は低下する。

#### 【0058】

また、実使用上、望ましくは以下の範囲とする。

$$0.1 \times 10^{-5} < |\Delta n| < 4.0 \times 10^{-5} \quad (\text{c})$$

$$0.4 \times 10^{-5} < |\Delta n(x) - \Delta n_{\text{min}}| < 16 \times 10^{-5} \quad (\text{d})$$

$|\Delta n|$  が上限値  $4.0 \times 10^{-5}$  を越えると、使用波長を限定したり、光学倍率  $\beta$  を小さくする必要性があり、光学設計上の制約を受ける。また、 $|\Delta n|$  が下限  $0.1 \times 10^{-5}$  を下回ると測定による誤差が無視できなくなるだけでなく、成形に要する時間、冷却時間が長くなり、コストアップの要因となりうる。

このような条件に合致した光走査用レンズを作製することにより、屈折率分布によるデフォーカス量を抑制した光学系を構成することができる。

**【0059】**

プラスチック材料としては、PC、PMMA、ポリオレフィン樹脂などがあり、本発明はいずれの材料にも対応可能であるが、ポリオレフィン樹脂は、屈折率分布が発生しやすいため、特に有効で、良好な光学性能を有する光走査用レンズを提供することができる。

このように、ポリオレフィン系樹脂を用いたレンズを製作する際にその屈折率分布を非破壊で測定する事が可能になれば、実際に光学的な特性の測定を行わなくてもレンズの光学的特性の良、不良を判断することが可能となる。

**【0060】**

図12は非破壊の屈折率分布測定装置の概要を示す図である。

同図において符号601はレーザ光源、602はビームスプリッタ、603、604はミラー、605は被検セル、606はビームスプリッタ、607はモニタ、608は記録装置、Aは被検レンズ、Bは試液をそれぞれ示す。

**【0061】**

詳細な説明は、特許文献2に示されているので省略し、被破壊の原理だけ簡単に説明する。レーザ光源601から出て広げられた光束はビームスプリッタ602で2つの光束に分けられ、一方の光束bはミラー603で曲げられて被検セル605に入射する。試液Bは被検レンズAの屈折率とほぼ同じ屈折率を有する液を選んである。したがって、被検レンズAに入射した光束は被検レンズの外径による屈折はほとんど受けず、被検レンズの有する屈折率分布の影響だけを受けて被検セルから出射し、ビームスプリッタ606に入射する。

他方の光束aはミラー604で曲げられビームスプリッタ606に入射する。

**【0062】**

ビームスプリッタ606上で合成された両光束は、互いに干渉が起こり、モニタ607に入射する光束も、記録装置608に入射する光束も、被検レンズAの屈折率分布によって変調された分だけ干渉縞が発生する。この干渉縞によって屈折率分布が算出できる。

**【0063】****【発明の効果】**

本発明によれば、低コストのプラスチック材料を用いた光走査用レンズにおいて、宿命的に発生する屈折率分布の影響を、最小限に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態を説明するための図である。

【図 2】

本発明の他の実施形態を説明するための図である。

【図 3】

さらに他の実施形態を説明するための図である。

【図 4】

2つの側面の冷却速度を変えることを説明するための線図である。

【図 5】

さらに他の実施形態を説明するための図である。

【図 6】

さらに他の実施形態を説明するための図である。

【図 7】

曲線全体が上に凸の屈折率分布曲線を有する構成を示す図である。

【図 8】

上に凸と、下に凸の両方を含む分布曲線を有する構成を示す図である。

【図 9】

4 ドラム対応の光走査装置の概要を示す上面図である。

【図 10】

4 ドラム対応の光走査装置の概要を示す側面図である。

【図 11】

光走査用レンズの結像関係を示す図である。

【図 12】

非破壊の屈折率分布測定装置の概要を示す図である。

【図 13】

一般に用いられる走査結像光学系の概要を示す図である。



**【図 1 4】**

デフォーカスが発生したときのビーム径太りを説明するための図である。

**【図 1 5】**

光走査用レンズの屈折率分布のモデルを示す図である。

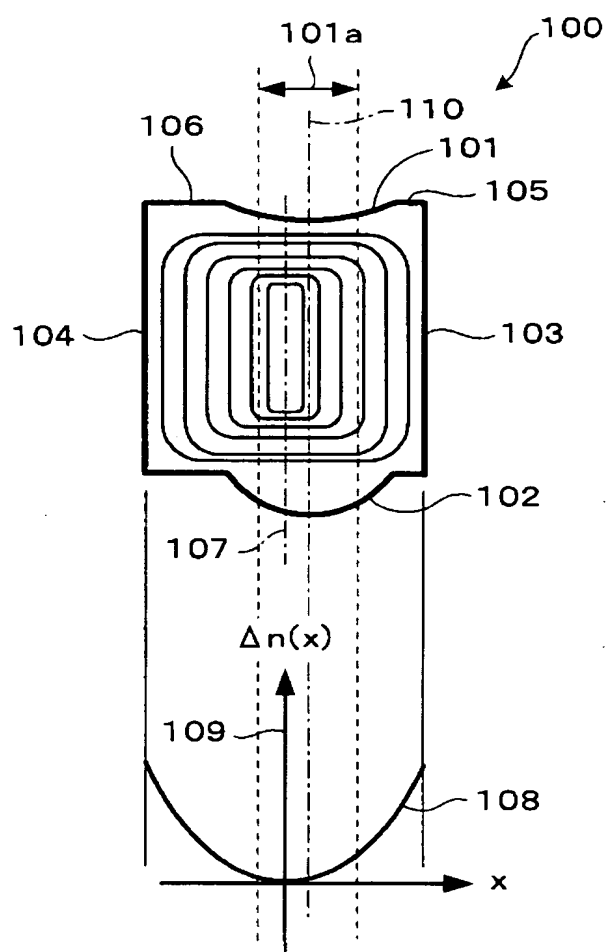
**【符号の説明】**

1 0 0	光走査用レンズ
1 0 1	入射面
1 0 2	出射面
1 0 3、1 0 4	側面
1 0 5、1 0 6	コバ
1 0 7	副走査方向外形中心線
1 0 8	N次近似曲線
1 0 9	基準軸
1 1 0	通過領域の中心

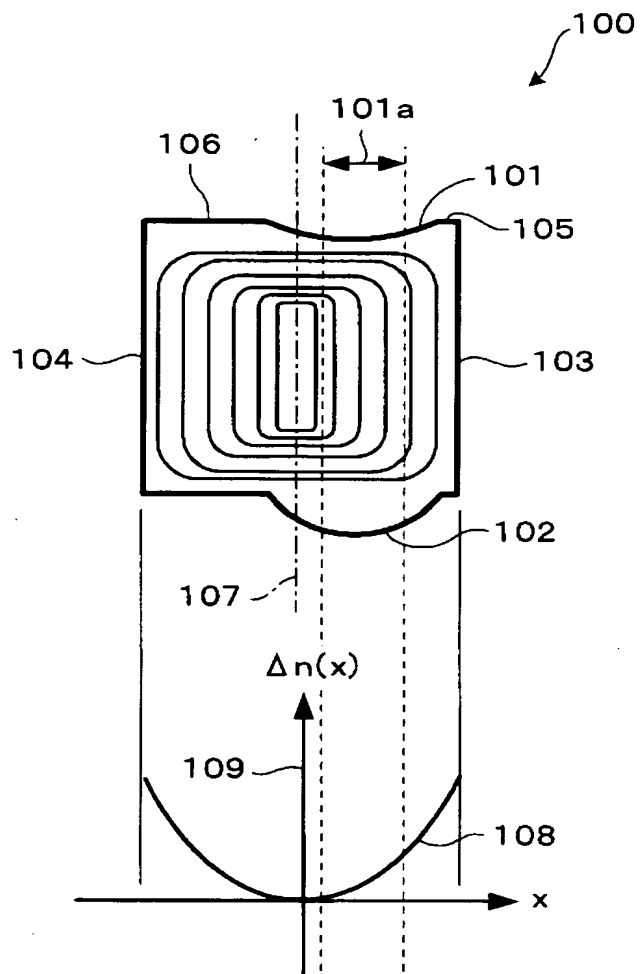
【書類名】

図面

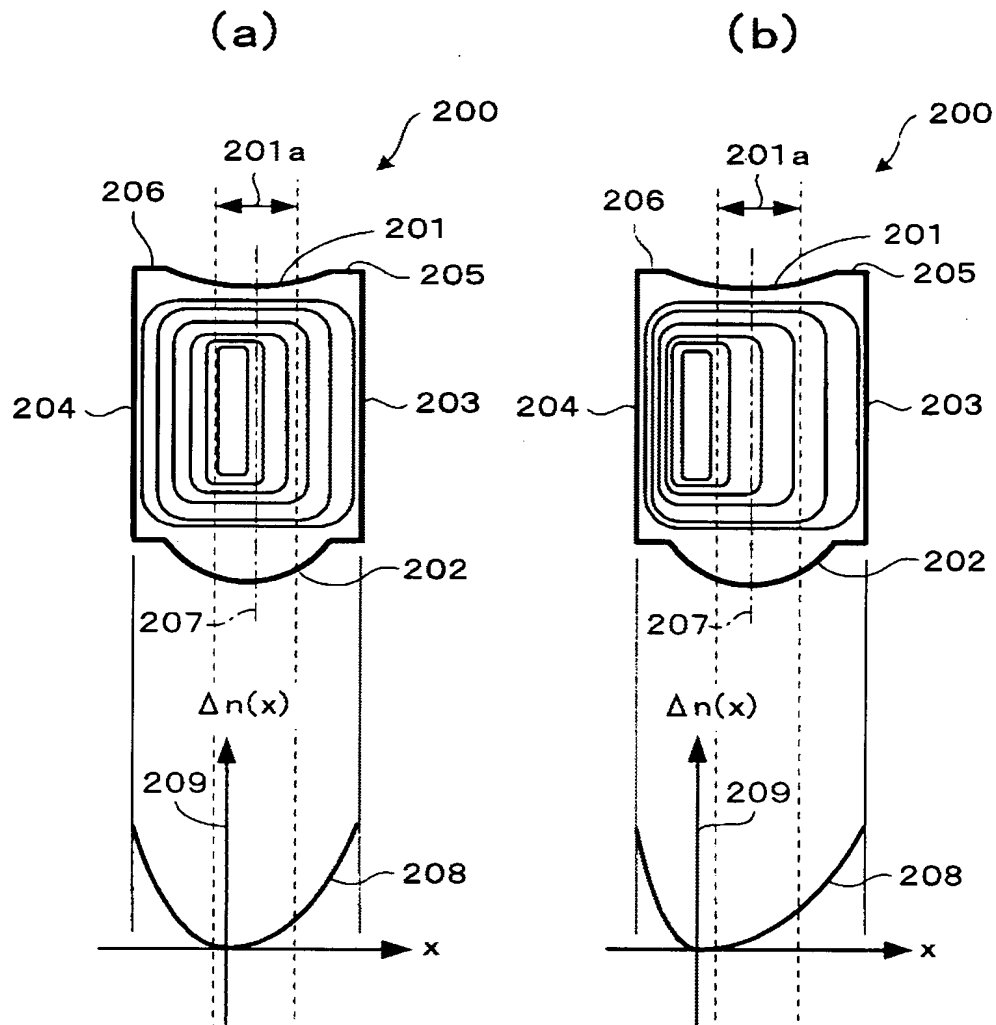
【図 1】



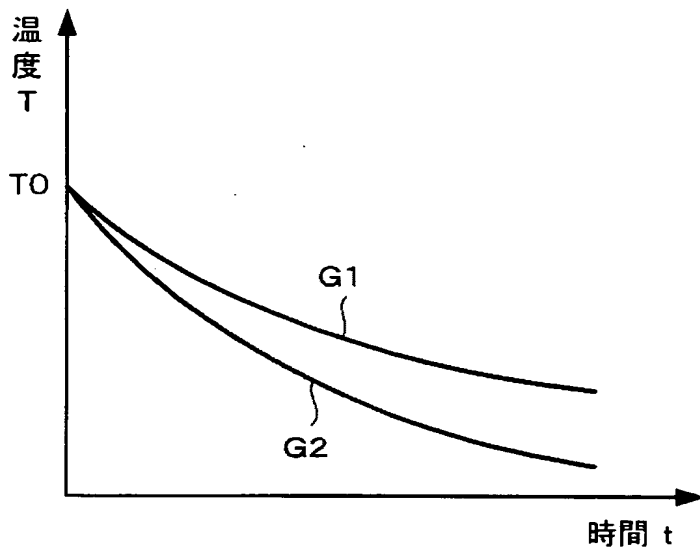
【図 2】



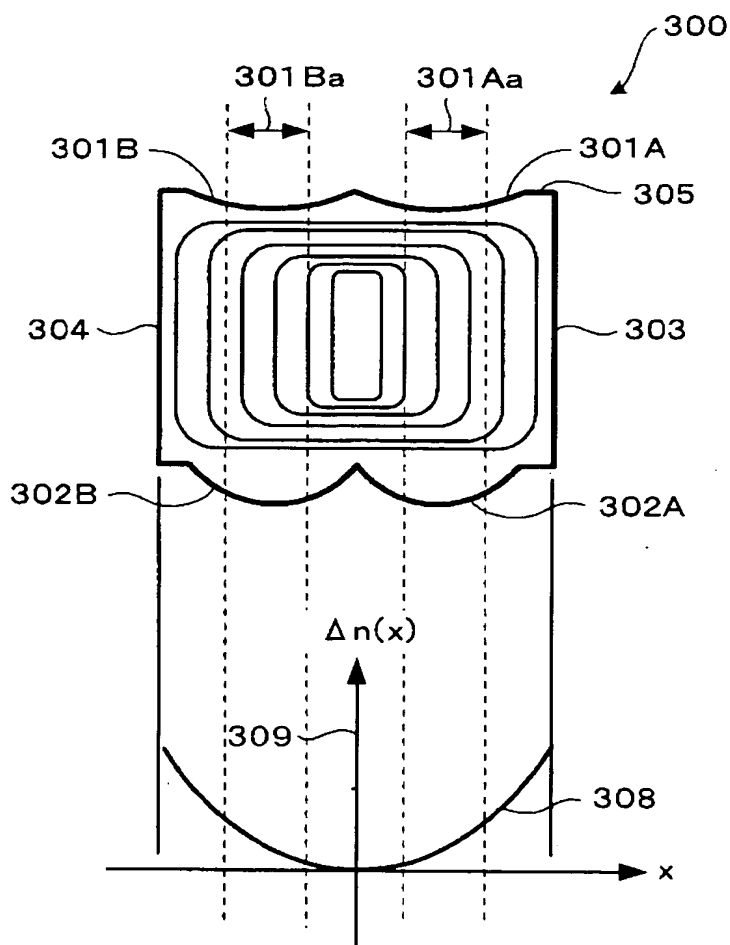
【図 3】



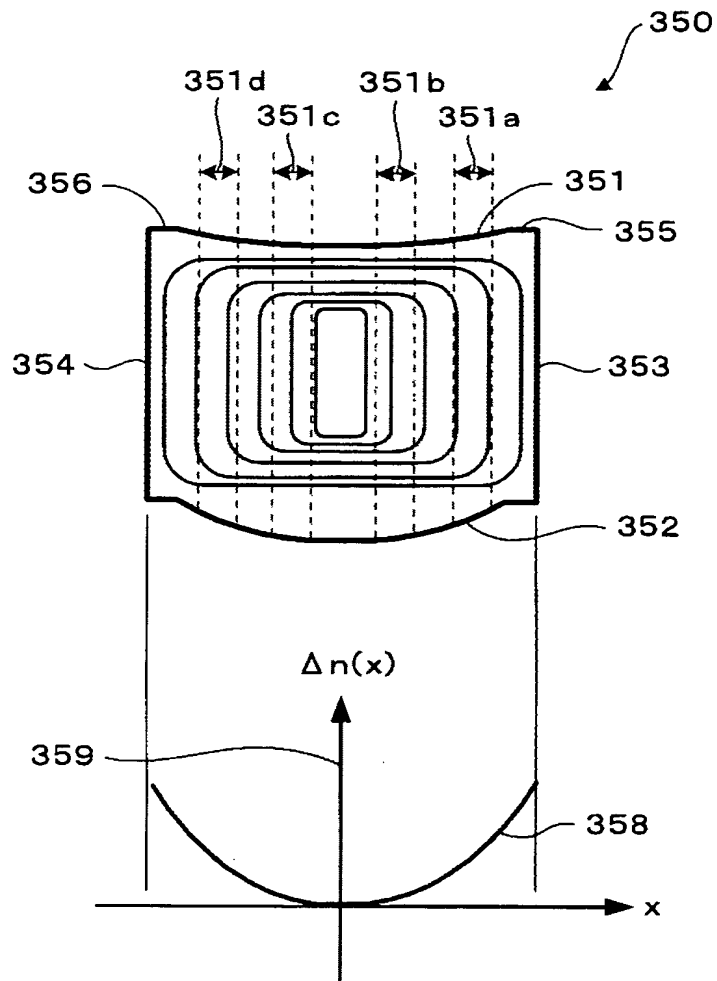
【図 4】



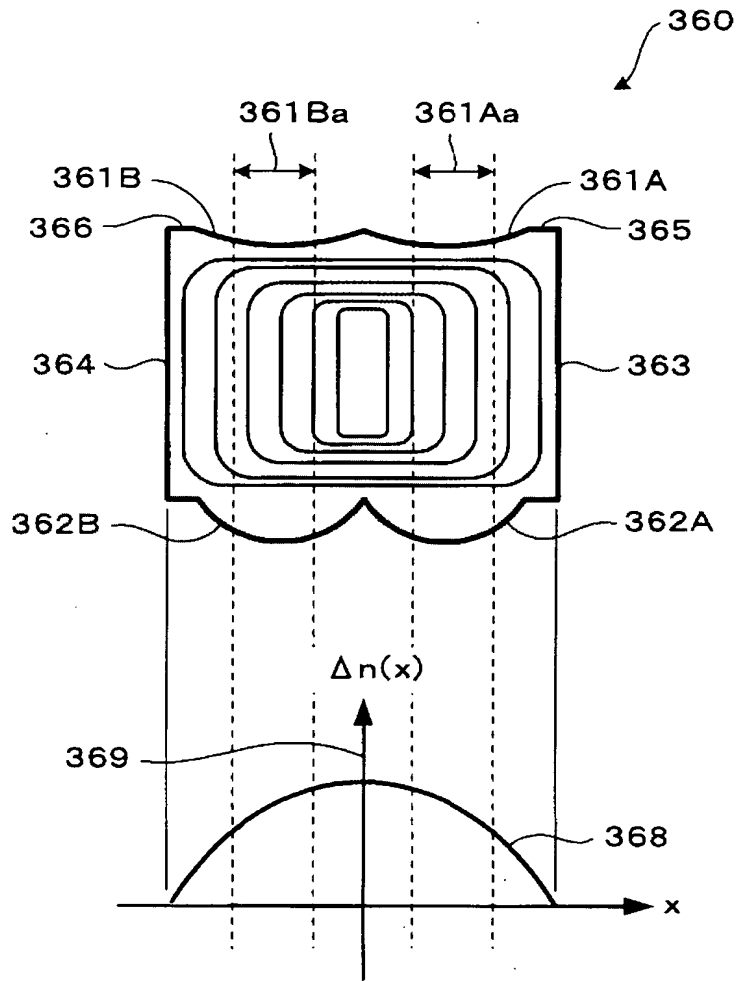
【図 5】



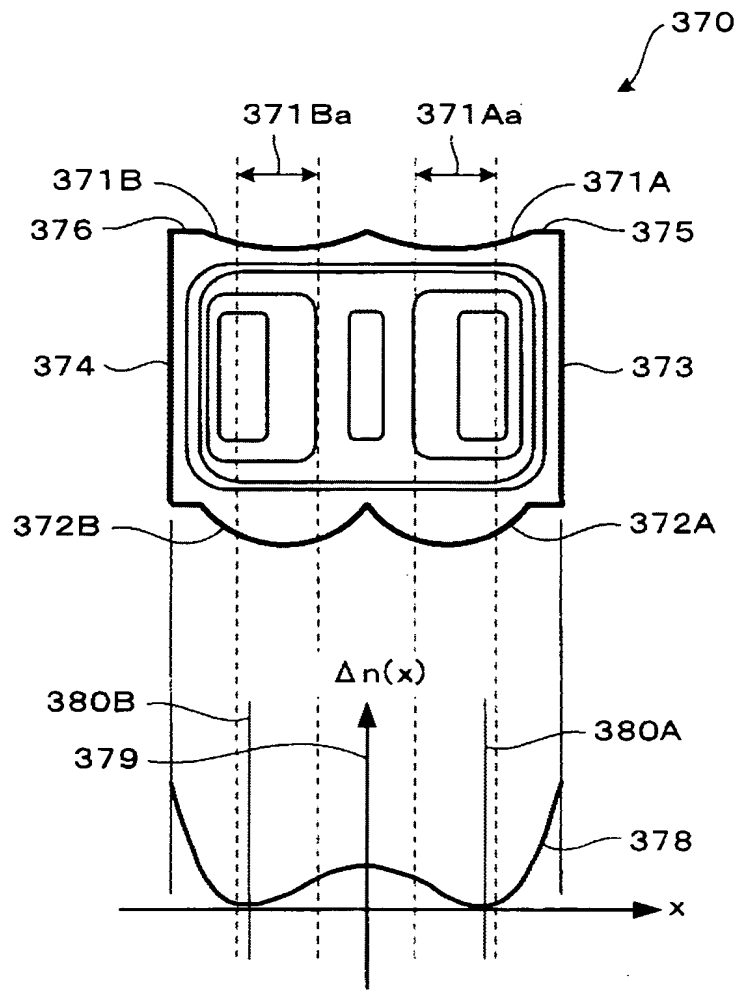
【図 6】



【図 7】

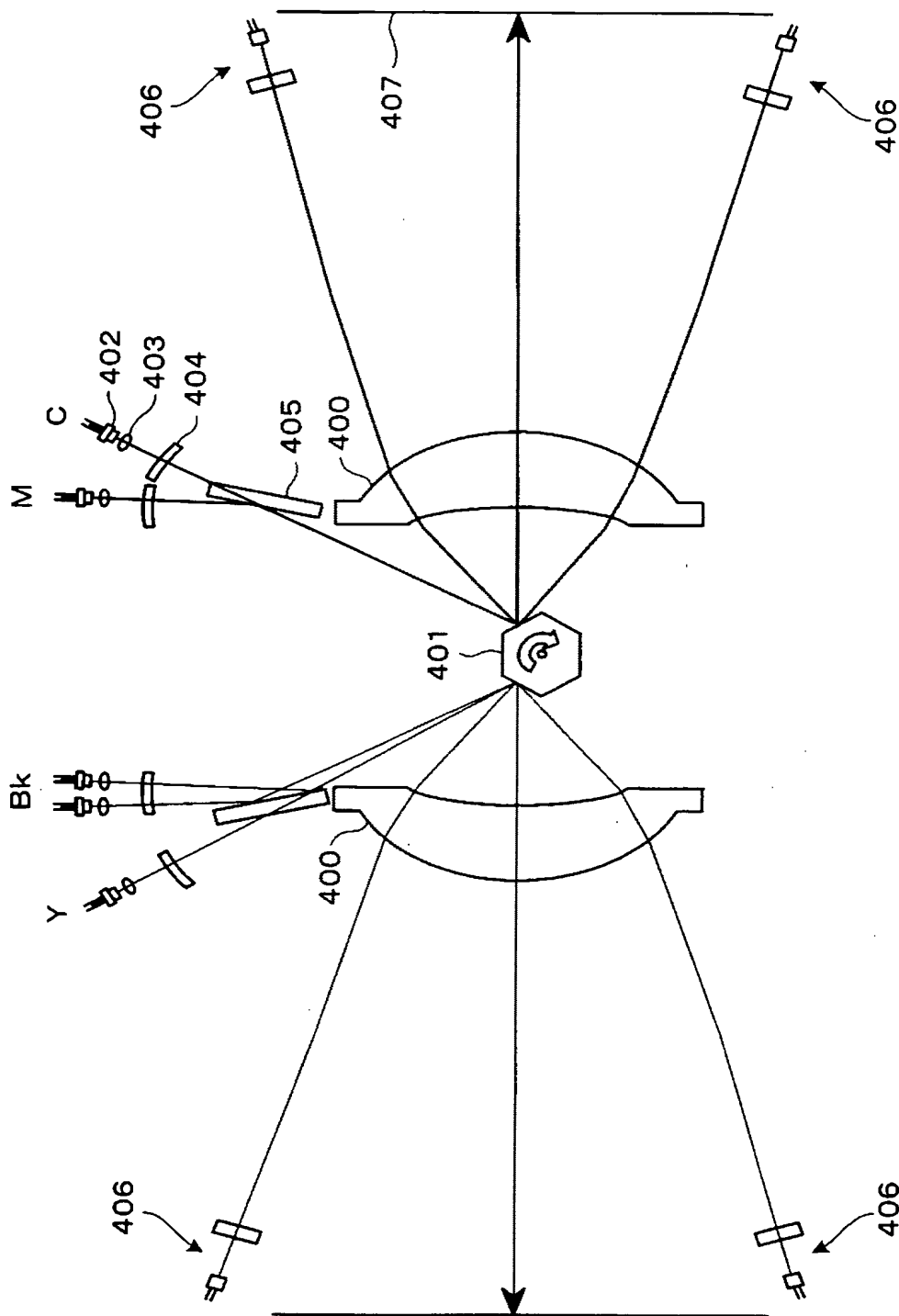


【図 8】

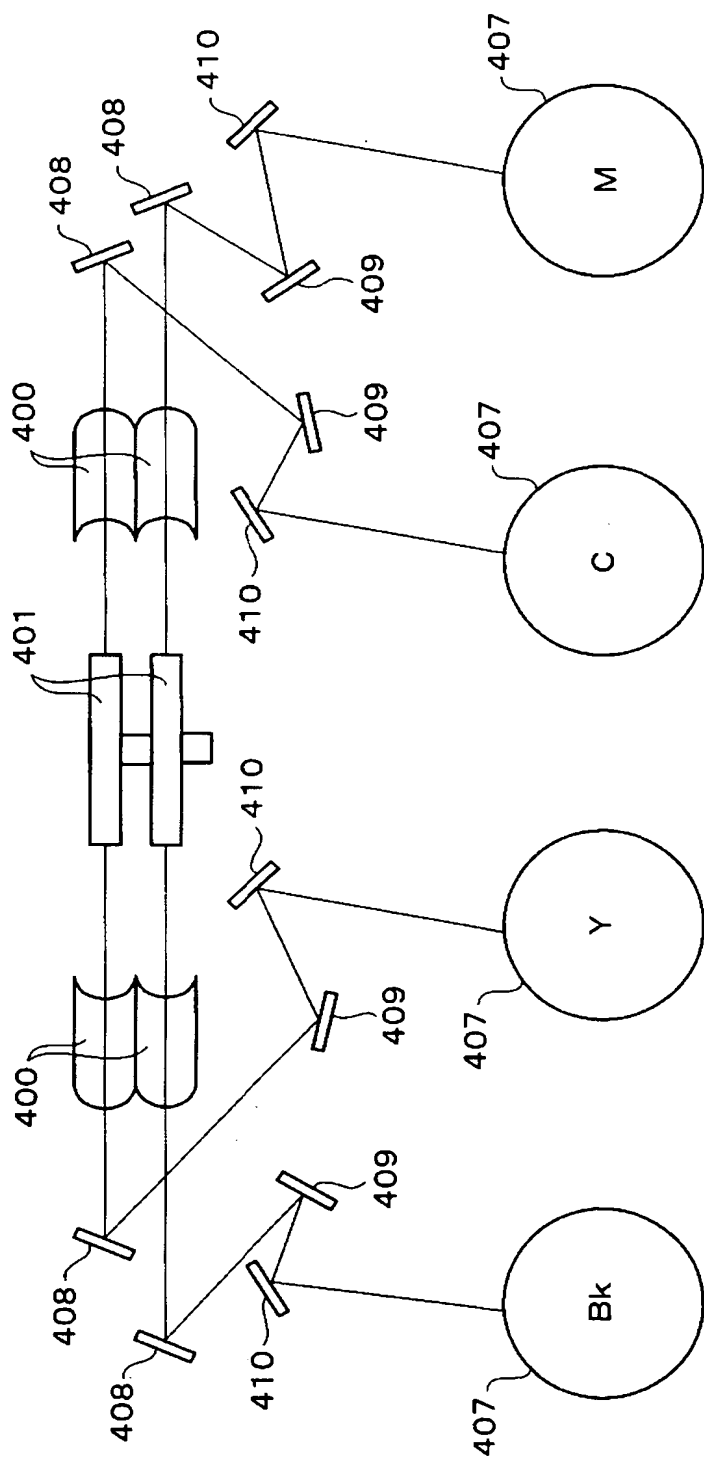




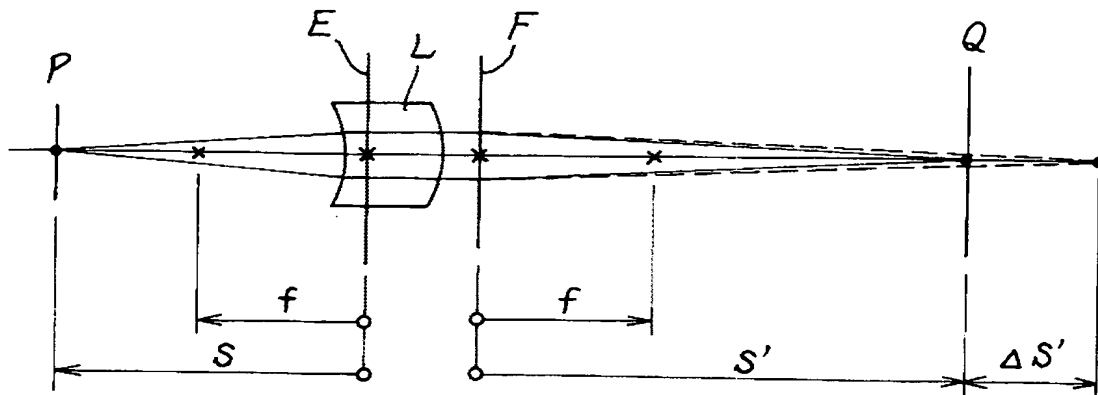
【図 9】



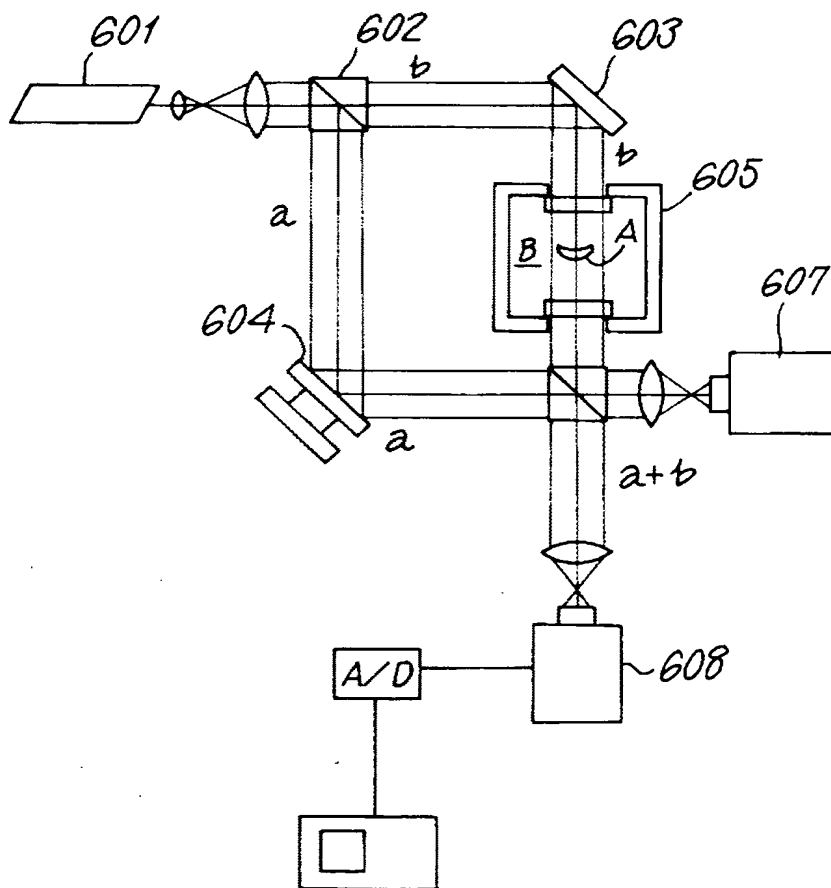
【図 10】



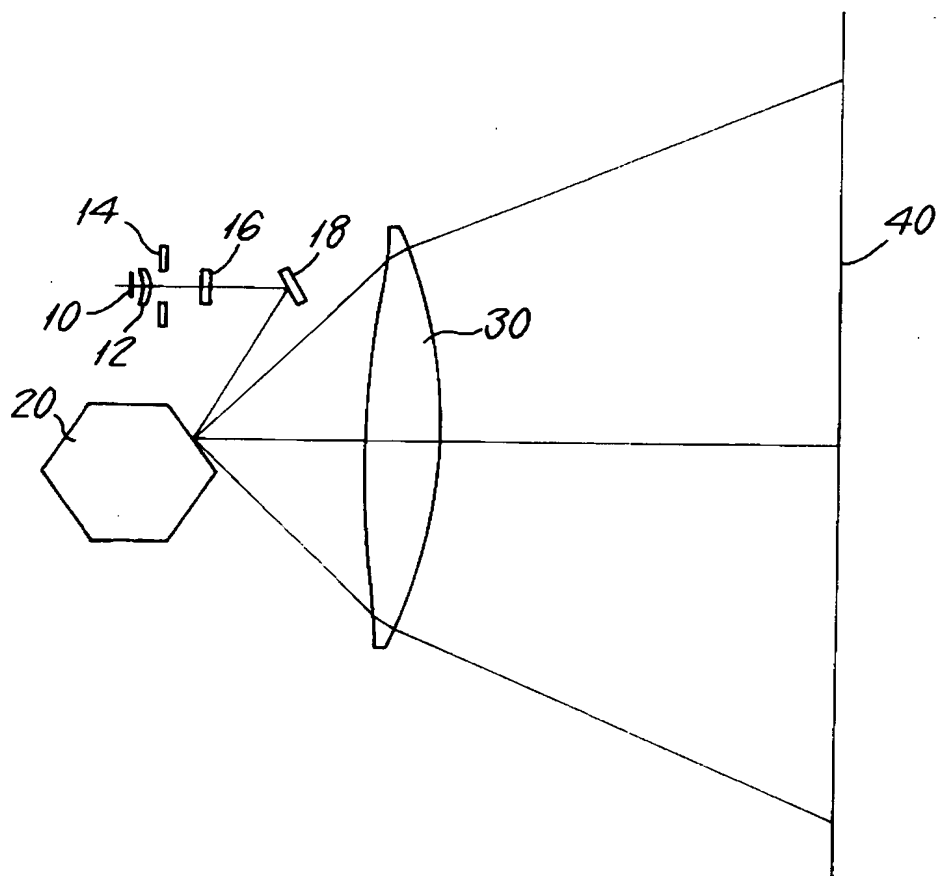
【図 1 1】



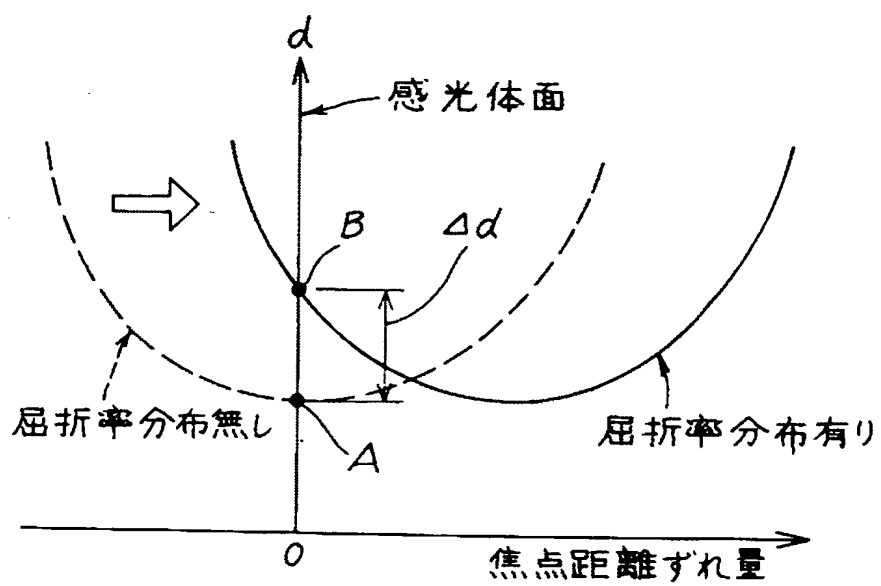
【図 1 2】



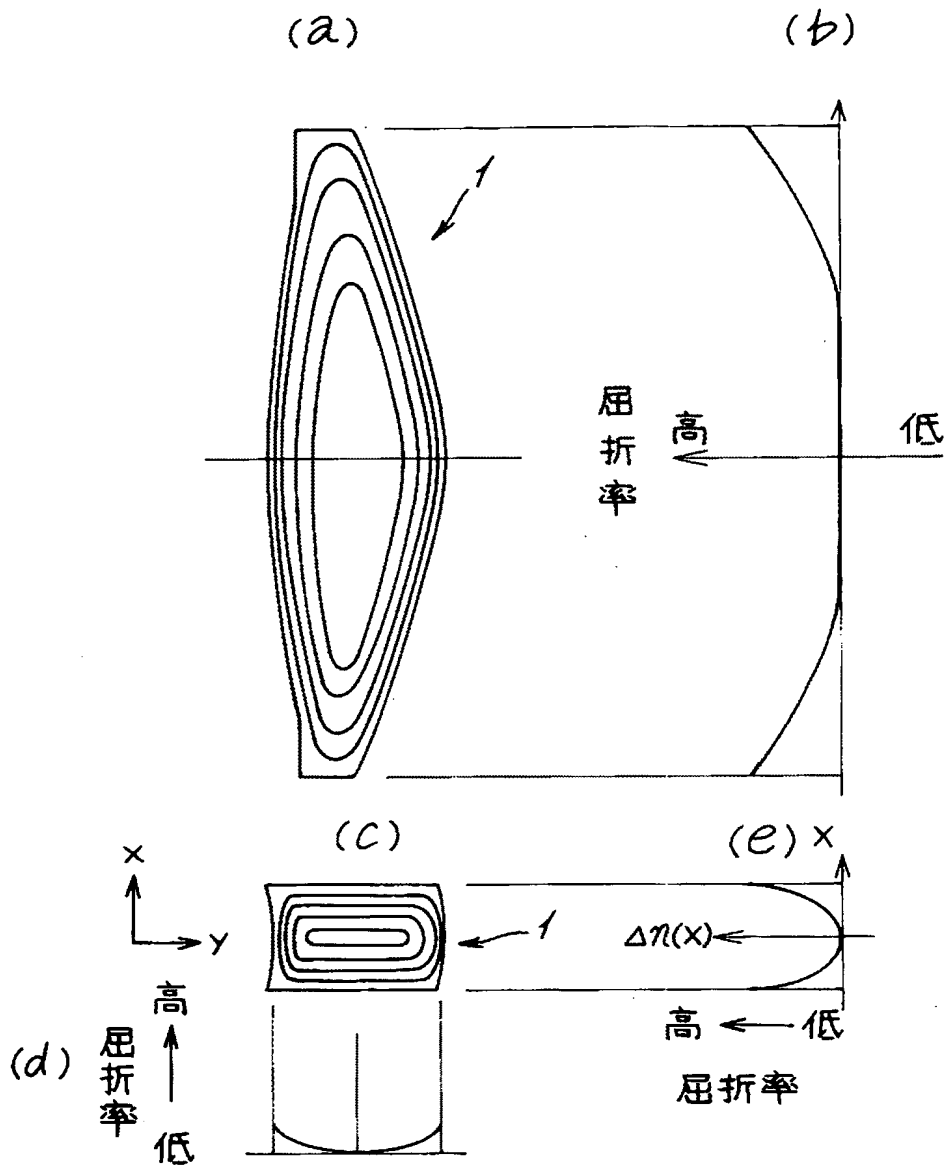
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査用レンズは、低コスト化のためプラスチック成形レンズを用いるが、製造過程において、レンズ内に必然的に屈折率分布が発生する。そのため、できあがったレンズは、形状によって定まる焦点距離に対してデフォーカスが生ずる。このデフォーカス量を極力小さく、かつ安定化させる。

【解決手段】 屈折率分布  $\Delta n(x)$  の 2 次近似曲線 108 の基準軸 109 に対し、光束の通過領域 101a の中心 110 をずらした位置になるように光束の入射面 101、出射面 102 を設定する。ずらす量は通過領域 101a の幅の 10 % 以上にする。2 次近似曲線 108 の 2 次の係数は、基準軸 109 から離れるに従って小さくなり、かつ安定化するので、通過領域 101a として基準軸 109 から離れた位置を使うことによってデフォーカス量が小さく、且つ安定化する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 6 4 2 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 7 4 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 5 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

氏 名

株式会社リコー